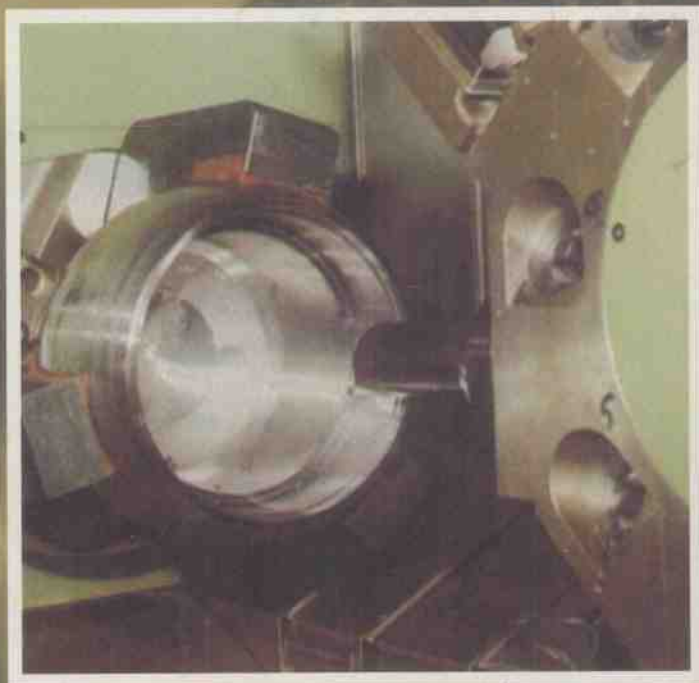


劳动预备制教材 职业培训教材

车工技术

(中级)



中国劳动社会保障出版社

劳动预备制教材
职业培训教材

车工技术

(中 级)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

车工技术: 中级/劳动和社会保障部教材办公室组织编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2000.8

劳动预备制、职业培训教材

ISBN 7-5045-2836-6

I. 车…

II. 劳…

III. 车削-技术培训-教材

IV. TG51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 63491 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 唐云岐

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 12 印张 297 千字

2000 年 8 月第 1 版 2007 年 1 月第 2 次印刷

印数: 2000 册

定价: 16.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

目前,我国正在推行一项新的劳动制度——劳动预备制,即是对新生劳动力实行追加1~3年的职业教育和培训,帮助其提高就业能力,在具备相应的职业资格后,在国家政策指导和帮助下实现就业。

实施劳动预备制度是深化劳动制度改革的重要措施,是培育和发展劳动力市场的一项基本建设。实施这项制度,对缓解就业压力、保持我国就业局势的稳定和提高劳动者整体素质具有重要意义。

实施劳动预备制,搞好教材建设是重要的一环。为解决当前实施劳动预备制对教材的急需,我们会同中国劳动社会保障出版社组织编写了法律常识、职业道德、就业指导、实用写作、英语日常用语、交际礼仪、劳动保护知识、计算机应用、应用数学、实用物理知识等10门公共课教材,并根据劳动预备制培训的实际需要,编写了电工、计算机、交通、餐饮服务、商业、机械、电子、建筑、会计的专业课教材,供劳动预备制培训单位使用。

实施劳动预备制是一项新的工作,对教材建设提出了新的要求,我们正在抓紧做好这方面的工作。现在编写的这套教材,是劳动预备制教材建设的初步尝试。我们力求通过这套教材,使经过培训的人员掌握从业必备的基本知识和专业技能,具有良好思想品质和职业道德,成为素质较高的劳动者。

在编写这套教材的过程中,编写人员克服困难,在较短的时间内完成了这项工作,在此谨向为编写这套教材付出辛勤劳动的有关同志表示衷心感谢!

由于编写时间仓促,这套教材尚有许多不足之处,我们将在劳动预备制试点城市试用过程中,听取各方面的意见,再进行修订,使其更加完善。

劳动和社会保障部教材办公室

说 明

本书是全国劳动预备制机械类车工培训教材，供全国劳动预备制学员使用。

本书内容主要有：金属切削与刀具、车床夹具、车床、数控车床基本知识、蜗杆、多线螺纹的车削、车复杂工件、典型零件的车削工艺分析、生产技术管理、中级车工操作技能等。

本书亦可供职业学校、在职培训和自学使用。

本书由许兆丰、梁君豪、余能真、罗在银、薛新忠、王保林、符庆、江家科、秦新群等编写。

本书在编写中采用了我社出版的有关教材内容，特此说明。

目 录

第一章 金属切削与刀具	(1)
§ 1—1 切削要素	(1)
§ 1—2 车刀工作图	(2)
§ 1—3 金属切削过程	(3)
§ 1—4 刀具主要几何参数的选择	(13)
§ 1—5 切削用量的选择	(16)
§ 1—6 减小工件表面粗糙度的方法	(17)
§ 1—7 硬质合金可转位车刀	(19)
§ 1—8 麻花钻的修磨	(22)
复习题	(23)
第二章 车床夹具	(24)
§ 2—1 夹具的基本概念	(24)
§ 2—2 工件的定位	(26)
§ 2—3 工件的夹紧	(35)
§ 2—4 车床典型夹具	(38)
§ 2—5 组合夹具简介	(40)
复习题	(42)
第三章 车床	(43)
§ 3—1 CA6140 型卧式车床	(43)
§ 3—2 回轮、转塔车床	(58)
§ 3—3 立式车床	(61)
复习题	(62)
第四章 数控车床基本知识	(63)
§ 4—1 数控车床的基本工作原理	(63)
§ 4—2 数控车床的特点及应用	(65)
§ 4—3 数控车床的主要组成部分	(66)
§ 4—4 数控车床的三个零点	(68)
§ 4—5 CNC 程序结构和编程	(70)
§ 4—6 绝对值编程和增量值编程	(71)
§ 4—7 准备功能 G 代码与辅助功能 M 代码	(72)
复习题	(80)

第五章 蜗杆、多线螺纹的车削	(81)
§ 5—1 车蜗杆	(81)
§ 5—2 车多线螺纹和多线蜗杆	(84)
§ 5—3 梯形螺纹公差	(88)
§ 5—4 螺纹及蜗杆的测量	(95)
§ 5—5 车螺纹及蜗杆时的质量分析	(99)
复习题	(100)
第六章 车复杂工件	(101)
§ 6—1 在花盘角铁上装夹工件	(101)
§ 6—2 车偏心工件	(105)
§ 6—3 车曲轴	(109)
§ 6—4 车细长轴	(111)
§ 6—5 车薄壁工件	(114)
§ 6—6 深孔加工简介	(115)
复习题	(117)
第七章 典型零件的车削工艺分析	(118)
§ 7—1 车削工件的基准和定位基准	(118)
§ 7—2 工艺路线的制订	(123)
§ 7—3 典型零件的车削工艺分析	(126)
复习题	(134)
第八章 提高劳动生产率的途径	(135)
§ 8—1 时间定额的组成	(135)
§ 8—2 缩短基本时间的方法	(135)
§ 8—3 缩短辅助时间的方法	(138)
§ 8—4 采用其他方法提高劳动生产率	(140)
复习题	(143)
第九章 生产技术管理	(145)
§ 9—1 车间生产管理	(145)
§ 9—2 专业技术管理	(147)
复习题	(150)
第十章 中级车工操作技能	(151)
§ 10—1 蜗杆和多线螺纹的车削	(151)
§ 10—2 车偏心工件	(154)
§ 10—3 车细长轴和深孔加工	(158)
§ 10—4 在花盘、角铁上车削工件	(161)
§ 10—5 复杂轴的加工	(167)
§ 10—6 在立式车床上车削工件	(171)

附录 1	蜗杆导程角 γ , 量针测量距 M 及量针直径等参数尺寸	(176)
附录 2	常用材料的线膨胀系数 α	(178)
附录 3	中华人民共和国工人技术等级标准	(179)
附录 4	中华人民共和国职业技能鉴定规范	(181)

第一章 金属切削与刀具

§1-1 切削要素

切削要素可分为两大类——切削用量要素和切削层横截面要素。

一、切削用量要素

切削用量要素用来表示切削时各运动参数的数量。它包括切削速度、进给量、切削深度三要素。

二、切削层横截面要素

如图 1-1 所示，切削时工件转一转，刀具从位置 I 移到位置 II。主切削刃正在切削着的 I、II 之间的这层材料称切削层。切削层的尺寸规定在刀具基面中测量。图中 $\square ABCD$ 称为切削层横截面积。当主、副切削刃为直线，且 $\lambda_s = 0^\circ$ 、 $\kappa'_r = 0^\circ$ 时，切削层横截面 $ABCD$ 为平行四边形，若 $\kappa_r = 90^\circ$ 时，则为矩形。

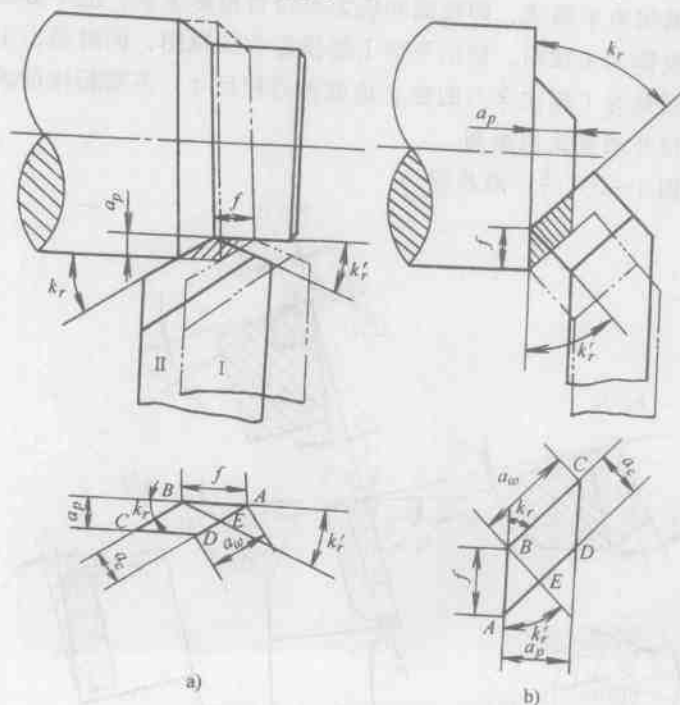


图 1-1 切削层横截面要素

a) 车外圆 b) 车端面

1. 切削厚度 a_c 垂直于工件过渡表面测量的切削层尺寸。由图 1-1 可知：当刀具 $\lambda_s = 0^\circ$ 时，

$$a_c = f \sin \kappa_r$$

(1-1)

切削厚度 a_c 的大小，可以反映主切削刃单位长度上的工作量，对切削层的变形、断屑、切削力、刀具磨损等均有显著影响。

2. 切削宽度 a_w 平行于工件过渡表面测量的切削层尺寸。由图 1—1 可知：当刀具 $\lambda_r = 0^\circ$ 时，

$$a_w = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \quad (1-2)$$

切削宽度 a_w 的大小，直接表示主切削刃参加切削的长度。在一定条件下，增加主切削刃的切削长度能提高劳动生产率。

3. 切削面积 A_c 切削层在基面上投影的面积。由图 1—1 可知：

$$A_c = a_c a_w = a_p f \quad (1-3)$$

必须指出：切削面积 A_c 包括残留面积 $\triangle ABE$ 在内。

由公式 (1—1)、公式 (1—2)、公式 (1—3) 可知：切削厚度 a_c 和切削宽度 a_w 随主偏角 κ_r 的大小而变化。当 $\kappa_r = 90^\circ$ 时， a_c 为 $a_{c\max} = f$ ， a_w 为 $a_{w\min} = a_p$ 。切削面积 A_c 只由切削用量 a_p 、 f 决定，不受主偏角 κ_r 变化的影响。

§ 1—2 车刀工作图

车刀工作图通常采用简单画法，即视图间应大致符合投影关系，但不必画出投影线。一般取车刀在基面上的投影为主视图，切削平面上的投影为向视图，同时画出主、副切削刃剖面。画出视图和剖面是为了标注车刀的独立角度和刀杆尺寸。不需标注的派生角度和无关尺寸可省略。角度和尺寸须按比例绘制。

画车刀工作图 (图 1—2) 的一般步骤：

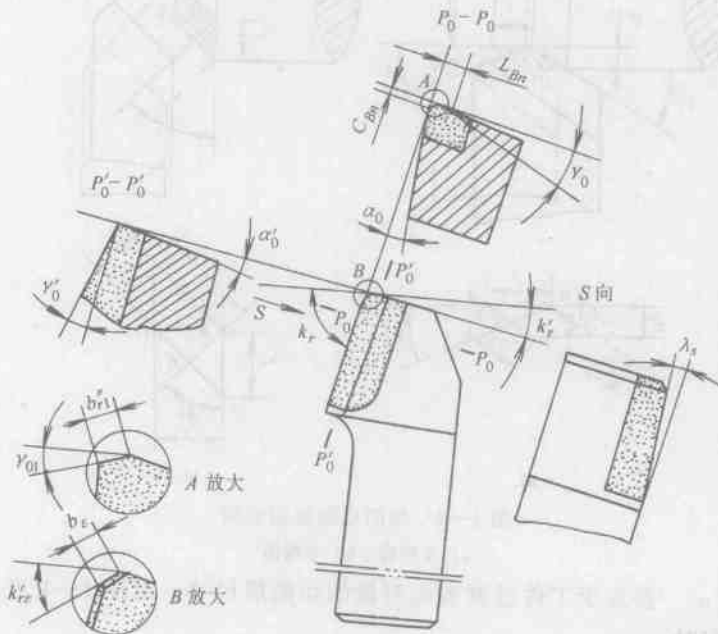


图 1—2 车刀工作图

- (1) 首先应判断车刀使用时的进给运动方向，确定主切削刃和副切削刃。
- (2) 画出车刀在基面上的投影图（主视图）。可标注主偏角 κ_r 和副偏角 κ_r' 。
- (3) 作主切削刃的延长线，然后画主剖面 $P_0 - P_0$ 图。可标注前角 γ_0 、后角 α_0 、倒棱及断屑槽尺寸。
- (4) 作副切削刃的延长线，然后画剖面 $P_0' - P_0'$ 图。可标注副后角 α_0' 。
- (5) 画切削平面向视图（图中 S 向）。可标注刃倾角 λ_s 。
- (6) 如刀尖处形状较复杂，或标注尺寸的部位过小时，可画局部放大图。标注过渡刃（或修光刃）参数。
- (7) 标注其他参数。如刀片的型号和牌号，刀杆的材料和尺寸，切削用量及使用注意事项等。

§1-3 金属切削过程

在金属切削过程中，会出现一系列物理现象，如切削变形、切削力、切削热、刀具磨损以及加工表面质量等，它们都是以切屑形成过程为基础的，而生产实践中出现的积屑瘤、断屑等问题，又都同切削过程中的变形规律有关。因此，研究这些物理现象和问题的发生与变化规律，有助于正确刃磨和合理使用刀具；充分发挥刀具的切削性能；合理选择切削用量；对提高生产效率和工件的加工质量，降低生产成本，都有重要意义。

一、切屑的形成

1. 金属切削过程 切削时，在刀具切削刃的切割和前刀面的推挤作用下，使被切削的金属层产生变形、剪切滑移而变成切屑，这个过程称为切削过程。

我们把非常复杂的金属切削过程模拟为图 1-3 的示意图。被切削的金属层好比一叠卡片 $1', 2', 3', \dots$ ，当刀具切入时，这叠卡片被推到 $1, 2, 3, \dots$ 的位置，卡片之间发生滑移，产生滑移的面就是剪切面。但卡片和前刀面接触的一侧应该是平整的，而外侧是毛茸状或锯齿形的。

在图 1-3a 中，只考虑剪切面的滑移，把金属层各单元比喻为平行四边形的卡片，实际上由于刀具前刀面的强烈挤压，这些单元的底面被挤压伸长，其形状变成如图 1-3b 所示的近似于梯形 ($abcd$) 了。许多梯形叠起来，就造成切屑的卷曲。

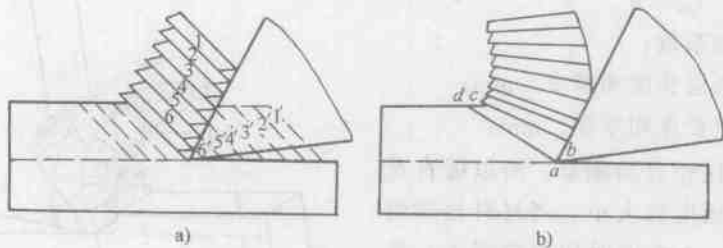


图 1-3 金属切削过程示意图

a) 金属的滑移 b) 切屑的卷曲

2. 切屑的类型 由于工件材料性质不同，切削条件不同，切削过程中的滑移变形程度也就不同，因此产生了以下三种类型的切屑（图 1-4）。

(1) 带状切屑 (图 1—4a)。它的内表面光滑, 外表面呈毛茸状, 如用放大镜观察, 在外表面上也可看到剪切面的条纹, 但每个单元很薄。一般在加工塑性金属材料时, 因切削厚度较小, 切削速度较高, 刀具前角较大而形成这类切屑。

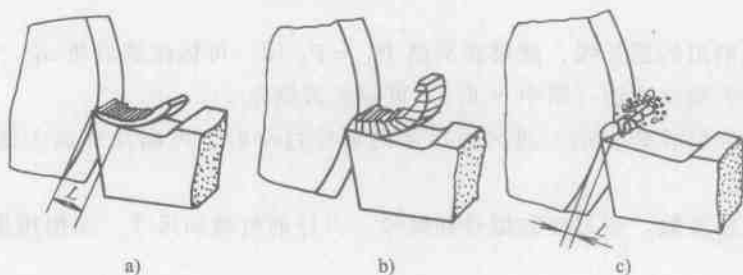


图 1—4 切屑类型

a) 带状切屑 b) 挤裂切屑 c) 崩碎切屑

形成带状切屑的切削过程较平稳, 切削力变化小, 因此工件表面粗糙度较小。但如果产生连绵不断的带状切屑, 会妨碍工作, 容易发生事故, 必须采取断屑措施。

(2) 挤裂切屑 (图 1—4b)。它的内表面有时有裂纹, 外表面呈锯齿形。这类切屑大都是在切削速度较低, 切削厚度较大, 刀具前角较小时, 由于切屑剪切滑移量较大, 在局部地方达到了破裂而形成的。

(3) 崩碎切屑 (图 1—4c)。切削脆性金属材料时, 由于材料的塑性很小, 抗拉强度较低, 刀具切入后, 近切削刃和前刀面的局部金属未经塑性变形就被挤裂或脆断, 形成不规则的崩碎切屑。工件材料愈硬愈脆, 刀具前角愈小, 切削厚度愈大, 愈容易产生这类切屑。

崩碎切屑与刀具前刀面的接触长度较短。切削力、切削热集中在切削刃附近, 容易磨损和崩刃。

二、切屑收缩

在切削过程中, 被切金属层经过滑移变形而出现的切屑长度缩短, 厚度增加的现象, 称为切屑收缩 (图 1—5)。

切屑收缩的程度用收缩系数 ξ 表示:

$$\xi = \frac{l_c}{l_{ch}} = \frac{a_{ch}}{a_c} > 1 \quad (1-4)$$

式中 ξ ——收缩系数;

l_c 、 a_c ——切削层长度和厚度, mm;

l_{ch} 、 a_{ch} ——切屑长度和厚度, mm。

收缩系数 ξ 比较容易测量, 所以能直观地反映切削变形程度的大小。当材料相同而切削条件不同时, ξ 大说明切削变形大; 当切削条件相同而材料不同时, ξ 大的材料塑性大。一般切削中碳钢时, $\xi = 2 \sim 3$ 。

三、积屑瘤

用中等切削速度切削钢料或其他塑性金

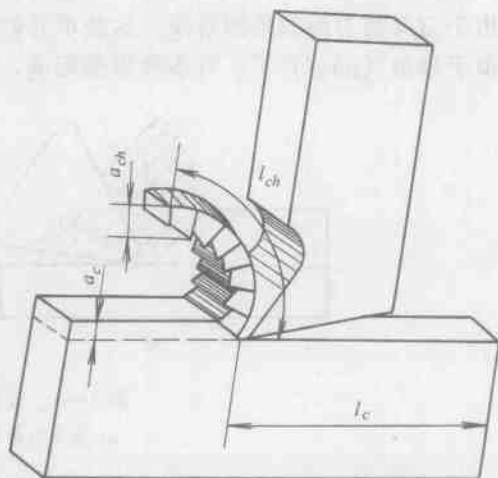


图 1—5 切屑的收缩

属，有时在车刀前刀面上近切削刃处牢固地粘着一小块金属，这就是积屑瘤。

1. 积屑瘤的形成 切削过程中，由于金属的变形和摩擦，使切屑和前刀面之间产生很大的压力和很高的温度。当温度（切削中碳钢时约 300°C 左右）和压力条件适当时，切屑和前刀面之间产生很大的摩擦力（尤其当前刀面表面粗糙度较大时，摩擦力就更大）。当摩擦力大于切屑内部的结合力时，切屑底层的一部分金属就“冷焊”在前刀面上近切削刃处，形成积屑瘤（图 1—6）。

由于切屑底层的一部分金属与前刀面的粘结还未达到焊接的熔化温度，因此，这种现象也可称为“冷焊”现象。

2. 积屑瘤对加工的影响

(1) 保护刀具。积屑瘤的硬度约为工件材料硬度的 2~3 倍，好像一个刃口圆弧半径较大的楔块，能代替切削刃进行切削，且保护了切削刃和前刀面，减少了刀具的磨损。

(2) 增大实际前角。有积屑瘤的车刀，实际前角 $\gamma_{\text{增}}$ 可增大至 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ （图 1—7），因而减少了切屑的变形，降低了切削力。

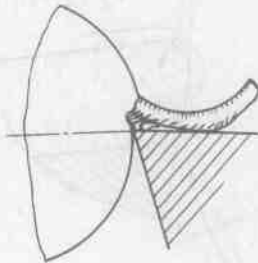


图 1—6 积屑瘤

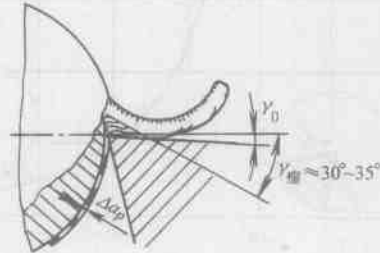


图 1—7 积屑瘤对加工的影响

(3) 影响工件表面质量和尺寸精度。积屑瘤的底部较上部稳定，但是通常条件下，积屑瘤总的是不稳定的。它时大时小，时积时失。在切削过程中，一部分积屑瘤被切屑带走，一部分嵌入工件已加工表面，使工件表面形成硬点和毛刺，表面粗糙度变大（图 1—7）。

当积屑瘤增大到切削刃之外时，改变了切削深度，因此影响了工件的尺寸精度（图 1—7）。

一般来说，积屑瘤在粗加工时允许存在；精加工时工件的表面粗糙度要求较小，尺寸精度要求较高，必须避免产生积屑瘤。

3. 切削速度对积屑瘤产生的影响 影响产生积屑瘤的因素很多，如工件材料、切削速度、刀具前角、前刀面的表面粗糙度和切削液等。由于切削速度对产生积屑瘤的影响最大，因此这里仅分析切削速度的影响（图 1—8）。

切削速度较低（ 5 m/min 以下时），切屑流动较慢，切削温度较低，切屑与前刀面接触不紧密，形成点接触，摩擦系数较小，不会产生积屑瘤。

当中等切削速度（ $15\sim 30\text{ m/min}$ ）时，切削温度约为 300°C 左右，切屑底层金属塑性增加，切屑与前刀面接触面增大，摩擦系数最大，最易产生积屑瘤。

切削速度达到 70 m/min 以上时，切削温度很高，切屑底层金属变软，摩擦系数明显下降，亦不会产生积屑瘤。

由此可见，在精加工时，为了避免产生积屑瘤，减小工件表面粗糙度，应用高速钢车刀

低速切削 (5 m/min 以下), 或用硬质合金车刀高速切削 (70 m/min 以上)。

四、加工硬化

由于切削刃不可能是绝对锋利的, 总有刃口圆弧 (图 1—9) (一般硬质合金刀具的刃口圆弧半径 $r_{\beta} \approx 0.02 \sim 0.04$ mm, 磨损后 r_{β} 值还会增大), 所以切削时, 切削层内一层很薄的金属切除不了, 而受刃口圆弧的挤压, 发生剧烈的变形。一方面, 已加工表面产生弹性复原 (图 1—9 中的 Δh 为复原高度); 另一方面, 这一部分金属与后刀面发生强烈的摩擦和经过挤压变形后使已加工表面硬度提高, 这种现象称为加工硬化 (亦称冷硬)。硬化层的硬度可达工件硬度的 1.2~2 倍, 深度可达 0.07~0.5 mm。

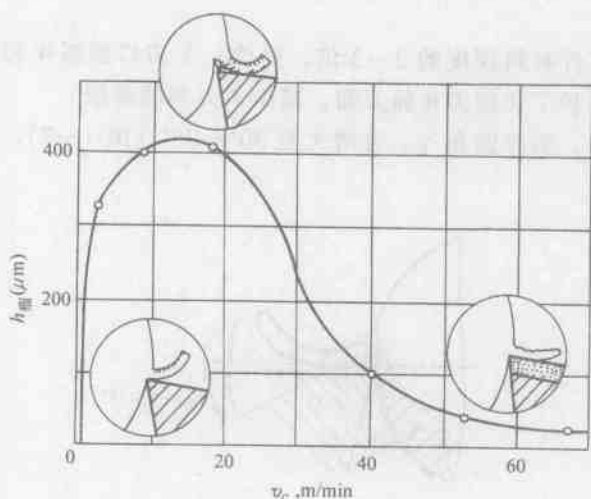


图 1—8 切削速度对积屑瘤的影响

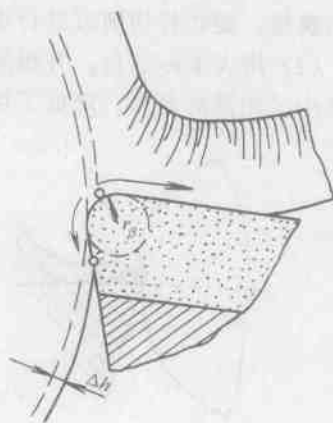


图 1—9 刃口圆弧与加工硬化

加工硬化会使下道工序的刀具加快磨损, 甚至难以切削。因此, 应尽量减小刃口圆弧半径 r_{β} , 使切削刃锋利, 避免或减轻硬化现象。但硬质合金车刀的刃口一般很难磨得与高速钢车刀同样锋利, 因此使用时不宜选用很小的进给量和切削深度。

五、切削力

切削加工时, 工件材料抵抗刀具切削所产生的阻力称为切削力。切削力是设计机床、夹具和刀具的重要依据之一。

1. 切削力的来源与分解

(1) 切削力的来源。切削过程中, 切屑和工件已加工表面都要产生弹性变形和塑性变形。因此有变形抗力 (F_{ny} 、 F_{nz}) 垂直作用于车刀的前刀面和后刀面上 (图 1—10a)。又因为切屑沿前刀面流出时有摩擦力 F_{fy} , 后刀面与已加工表面间有摩擦力 F_{fa} 。这些力的合力 F_r , 即切削力, 它作用在前刀面上近切削刃处, 其反作用力 F_r' 作用在工件上。

(2) 切削力的分解。为了便于分析切削力的作用和测量、计算切削力的大小, 通常将合力 F_r 分解成三个分力 (图 1—10b), 它们是:

主切削力 F_z ——主运动速度方向的分力;

切深抗力 F_y ——切深方向的分力;

进给抗力 F_x ——进给方向的分力。

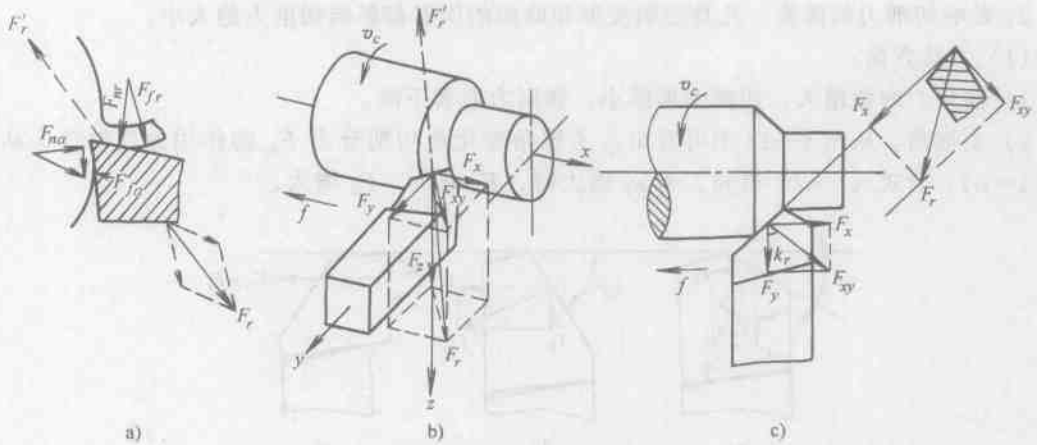


图 1-10 切削力及其分力

a) 切削力的来源 b) 切削力的分解

在纵车外圆时, F_y 又叫径向力, F_z 又叫轴向力。

一般情况下, 主切削力 F_z 最大, F_y 和 F_x 小一些。随着刀具角度、刃磨质量、磨损情况和切削用量的不同, F_y 、 F_x 对 F_z 的比值在很大范围内变化。

由图 1-10b 可知, 合力与各分力间的关系为:

$$F_r = \sqrt{F_z^2 + F_{xy}^2} = \sqrt{F_z^2 + F_y^2 + F_x^2} \quad (1-5)$$

$$F_y = F_{xy} \cos \kappa_r \quad (1-6)$$

$$F_x = F_{xy} \sin \kappa_r \quad (1-7)$$

式中 F_{xy} ——合力 F_r 在基面上的分力。

2. 车削时各分力的实用意义

(1) 主切削力 (F_z)。是最大的一个分力, 消耗的功率最多, 所以它是计算机床功率、刀杆、刀片强度以及夹具设计、选择切削用量的主要依据。从图 1-11 中可以看出, F_z 力使刀杆产生弯曲, 因此, 装刀时刀杆应尽量伸出短些。

(2) 切深抗力 (F_y)。从图 1-12 中可看出, 在车外圆时, F_y 力使工件在水平面内弯曲。它会影响工件的形状精度, 而且是产生振动的主要因素。

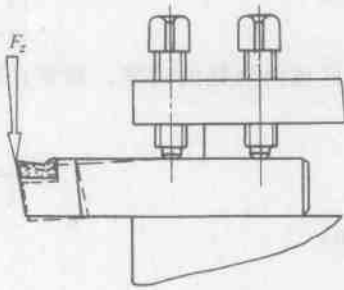


图 1-11 F_z 力使刀杆弯曲

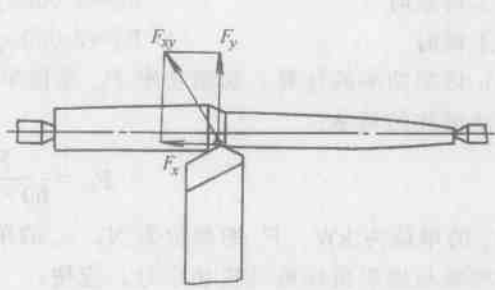


图 1-12 F_y 力使工件弯曲

(3) 进给抗力 (F_x)。 F_x 力作用在进给方向。所以是验算机床进给系统主要零部件强度的依据。

3. 影响切削力的因素 凡是影响变形和摩擦的因素都影响切削力的大小。

(1) 刀具方面:

1) 前角。前角增大, 切削变形减小, 切削力显著下降。

2) 主偏角。从图 1—13 中可看出, 主偏角变化使切削分力 F_{xy} 的作用方向改变, 从公式 (1—6)、公式 (1—7) 得知, 当 κ_r 增大时, F_y 减少, F_x 增大。

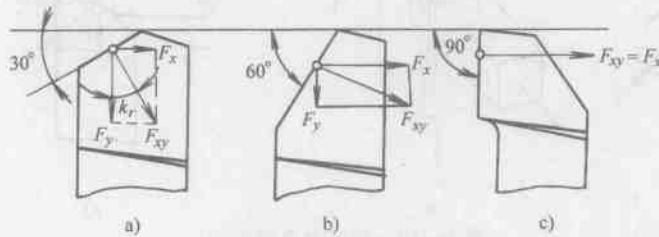


图 1—13 主偏角对 F_y 和 F_x 的影响

a) $\kappa_r = 30^\circ$ b) $\kappa_r = 60^\circ$ c) $\kappa_r = 90^\circ$

3) 刃倾角。当刃倾角由正值向负值变化时, 改变了合力 F_r 及其分力 F_{xy} 的作用方向, 从而使 F_y 增大, F_x 减小。

4) 刀尖圆弧半径。当刀尖圆弧半径 r_ϵ 由 0.25 mm 增大到 1 mm 时, F_y 力可增大 20% 左右, 较易引起振动。

(2) 切削用量方面:

1) 切削深度和进给量。在一般车削时, 当 f 不变, a_p 增大 1 倍时, 主切削力 F_z 也成倍增大; 而当 a_p 不变, f 增大 1 倍时, F_z 约增大 70%~80%。

2) 切削速度。低速和高速切削塑性金属时, 切削力一般是随着 v_c 的提高而减小。这是因为切削速度提高, 使切削温度增高, 摩擦系数减小, 变形减小的缘故。在容易生成积屑瘤的中速范围内 (15~30 m/min), 因产生积屑瘤使刀具实际前角增大, 切削力减小。

切削脆性金属时, 因为变形和摩擦均较小, 所以切削速度改变时切削力变化不大。

4. 主切削力和切削功率的计算

(1) 主切削力的近似计算:

$$\text{加工铸铁时} \quad F_z \approx 1\,000 a_p \cdot f \quad (\text{N}) \quad (1-8)$$

$$\text{加工钢时} \quad F_z \approx 2\,000 a_p \cdot f \quad (\text{N}) \quad (1-9)$$

(2) 切削功率的计算。切削功率 P_m 是指车削时在切削区域内消耗的功率, 通常计算的是主运动消耗的功率:

$$P_m = \frac{F_z v_c}{60 \times 1\,000} \quad (1-10)$$

式中 P_m 的单位为 kW, F_z 的单位为 N, v_c 的单位为 m/min。

在校验与选取机床电动机功率时, 应使:

$$P_m \leq P_E \cdot \eta \quad (1-11)$$

式中 P_E ——机床电动机功率, kW;

η ——机床传动效率, 一般取 $\eta = 0.75 \sim 0.85$ 。

若 P_m 超过 P_E 和 η 的乘积时, 一般可采取降低切削速度或减小切削力等措施。

六、切削热和切削温度

1. 切削热的来源和传散 切削热来源于切削层金属发生弹性变形和塑性变形产生的热量以及切屑与前刀面、工件与后刀面摩擦产生的热量。切削过程中上述变形与摩擦消耗的功绝大部分转化为热能。

切削热通过切屑、工件、刀具和周围介质传散。

切削热传至各部分的比例，一般情况是切屑带走的热量最多。如不用切削液，以中等切削速度切钢时，切削热的50%~86%由切屑带走；40%~10%传入工件；9%~3%传入车刀；1%左右传入周围空气。

切削温度一般是指切削区域的平均温度。它的高低是由产生热和传散热两方面综合影响的结果。例如，车削不锈钢和高温合金时，变形产生的热量较多，工件材料的导热系数低，热量不易传散，所以切削温度较高。

2. 影响切削温度的主要因素

(1) 刀具角度。前角 γ_0 影响切削变形和摩擦，对切削温度的影响较明显。例如前角增大，变形和摩擦减小，产生热量少，切削温度下降。但前角过大，由于楔角 β_0 减小后使刀具散热条件变差，切削温度反而略为上升。

加大主偏角 κ_r 后，在相同的切削深度下，主切削刃参加切削的长度 l 缩短，使切削热相对集中，并由于刀尖角 ϵ_r 减小，使散热条件变差，切削温度将升高（图1—14）。

(2) 切削用量。切削用量 v_c 、 f 、 a_p 增大，切削温度升高，其中切削速度 v_c 的影响最大，进给量 f 次之，切削深度 a_p 影响最小。因为当切削用量 v_c 、 f 和 a_p 增大时，变形和摩擦加剧，切削功率增大，所以切削温度升高。但 a_p 增大后，主切削刃参加切削的长度以相同比例增加，显著改善了散热条件， f 增大，切屑与前刀面接触长度增加，散热条件有所改善； v_c 增高，虽然使切削力略有减小，但切屑与前刀面接触长度减短，散热条件较差。

(3) 工件材料。工件材料是通过其强度、硬度和导热系数等性能不同而影响切削温度的。例如，切削强度和硬度较高的材料，消耗的功率与产生的热量较多，切削温度较高。

(4) 切削液。使用切削液能起冷却和润滑作用，可减少切削热的产生，并降低切削温度。

七、刀具的磨损与刀具寿命

刀具严重磨损，不但影响工件的加工精度和表面质量，而且造成重磨困难，增加刀具材料消耗，缩短刀具使用时间。所以刀具磨损对产品的质量（如尺寸精度、形位精度、表面粗糙度）、生产效率以及加工成本都有直接影响。

1. 刀具磨损的形式 由于工件材料不同，切削用量不一样，刀具正常磨损的形式有以下三种（图1—15）：

(1) 后刀面磨损。指磨损部位主要发生在后刀面上。磨损后形成 $\alpha_0 \leq 0^\circ$ 的棱面，它的

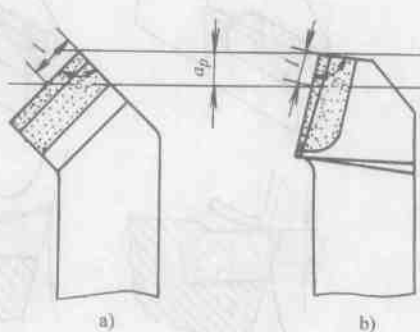


图1—14 主偏角对主切削刃工作长度和刀尖角的影响

- a) κ_r 小，主切削刃工作长度 l 长，刀尖角大
b) κ_r 大，主切削刃工作长度 l 短，刀尖角小